

Avrenning fra Nordgruvefeltet, Røros kommune – Undersøkelser i 2009-2010



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Avrenning fra Nordgruvefeltet, Røros kommune Undersøkelser i 2009-2010	Løpenr. (for bestilling) 6061-2010	Dato 12.11.2010
	Prosjektnr. Undemr. O-29440	Sider 21
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Sør-Trøndelag	Trykket CopyCat 2010

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for mineralforvaltning	Oppdragsreferanse 06/00777-9 Best. nr. 36/09
---	--

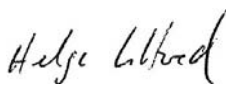
Sammendrag

Det er tidligere beregnet at Nordgruvefeltet i Røros kommune bidrar med ca. 60 % av de samlede tilførslene av kobber til Øvre Glomma fra gruvene i Rørosfeltet. I 1992-1996 ble det gjennomført en del tiltak for å sikre et av deponiene mot økt forurensningsfare. Avrenningen fra området har vært fulgt opp med et rutineprogram. Tiltakene har hittil ikke ført til noen reduksjon i metalltilførslene til øvre Glomma av betydning, men forurensningstransporten ser i øyeblikket ut til å være langsamt avtakende. Siste år var transporten fra området ca. 4,1 tonn kobber/år og 14,5 tonn sink/år. Transporten varierer en del fra år til år avhengig av klima og nedbør.

Fire norske emneord 1. Kisgruve 2. Tungmetalltransport 3. Vannkvalitet 4. Nordgruvefeltet, Røros, 2010	Fire engelske emneord 1. Pyrite Mining 2. Transport of Pollutants 3. Water Quality 4. Northern Mining Area, Røros, 2010
--	---



Eigil Rune Iversen
Prosjektleder



Helge Liltved
Forskningsleder



Bjørn Faaefeng
Seniorrådgiver

O-29440

Avrenning fra Nordgruvefeltet, Røros kommune

Undersøkelser i 2009-2010

Forord

Undersøkelsene i Nordgruvefeltet, Røros kommune, har pågått over et langt tidsrom og har hatt ulike formål. Den foreliggende undersøkelsen har hatt som formål å kartlegge effektene av de siste forurensningsbegrensende tiltakene i feltet. Undersøkelsene har ikke hatt som formål å vurdere selve tiltakene, men kun å gjøre rede for vannkvalitet og forurensningstransport i Orva som mottar avrenning fra de fleste gruvene i Nordgruvefeltet. Det pågående programmet ble startet høsten 1996.

Dr. ing Åse Berg, Miljølaboratoriet, Rugeldalen har vært vår faste observatør og prøvetaker i disse årene. Vannføringsmålingene i Orva har vært utført av NVE Region Øst ved felthydrolog Rolf Steinar Olstad.

Direktoratet for mineralforvaltning har vært oppdragsgiver for undersøkelsene.

Vi takker alle for samarbeidet.

Oslo, 12. november 2010

Egil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Undersøkelsesopplegg	7
2. Hydrologi og meteorologi	9
2.1 Meteorologi	9
2.2 Hydrologi	10
3. Vannkvalitet	11
4. Forurensningstransport	15
5. Samlet vurdering	18
6. Litteratur	19
Vedlegg A. Analyseresultater 2009-2010	20

Sammendrag

Tidligere undersøkelser har vist at Nordgruvefeltet på Røros bidrar med ca. 60 % av de samlede tilførslene av kobber til øvre Glomma (Iversen, 2001) fra Rørosfeltet. De to andre viktigste kildene er Stortvart-feltet og Røros by der avrenning fra smeltehytteområdet betyr mye. I denne sammenheng må det også nevnes at øvre Glomma også får betydelige tilførsler fra Follavassdraget som mottar avrenning fra det nedlagte Folldal Verk.

Undersøkelsene i Nordgruvefeltet har pågått i lang tid og startet mens Røros Kobberverk ennå var i drift. I årenes løp har vi fått god kunnskap om betydningen av de enkelte kildene i feltet. Da det var fare for at den gamle slamdammen ved Kongens gruve kunne gli ut og forårsake en forverring av situasjonen, ble det i perioden 1992-1994 gjennomført tiltak for å forsterke denne. Selve dammen, samt noen veltemasser ble i tillegg overdekket slik at en derved håpet at tiltakene også ville gi en dempende effekt på forurensningstransporten fra området.

Den foreliggende rapporten gir en vurdering av utviklingen i forurensningstransporten fra området slik den har utviklet seg etter 1995. Vi har ikke gått nærmere inn på vurdering av selve tiltakene.

Ved hjelp av et enkelt rutinemessig kontrollprogram, som også omfatter vannføringsmålinger i Orva, er det gjort beregninger av årstransporten av forurensningskomponenter i Orva i perioder på hydrologiske år (1.9-31.8). Beregningene kan tyde på at forurensningstransporten fra området har vært svakt avtakende etter 2004-2005. Fram til 2004-2005 var transporten økende, trolig som følge av at forurensede masser ble flyttet på ved gjennomføring av tiltakene. Situasjonen er i ferd med å stabilisere seg igjen, men de årlige variasjonene kan være betydelige som følge av nedbør og klima. En har gjort følgende anslag for forurensningstransporten i Orva siden 1.9.1996:

År	SO ₄ tonn/år	Fe tonn/år	Cu tonn/år	Zn tonn/år	Cd kg/år	Avrenning m ³
1996-1997	481	47,8	4,7	17,2	28,0	18509558
1997-1998	403	36,2	4,6	14,8	24,1	15107904
1998-1999	486	42,3	4,5	15,9	23,6	15044227
1999-2000	668	53,1	6,4	24,0	36,4	21372768
2000-2001	536	42,1	4,6	17,0	32,6	14860220
2001-2002	579	57,7	4,7	17,2	27,8	14819208
2002-2003	429	38,6	2,8	10,6	15,9	9789520
2003-2004	772	82,8	6,1	21,5	31,6	18377280
2004-2005	861	76,6	6,9	22,8	36,3	24214464
2005-2006	524	48,7	4,0	13,5	19,1	13892256
2006-2007	449	46,4	3,5	11,9	16,7	12915072
2007-2008	554	59,5	3,7	12,8	17,5	15170976
2008-2009	597	71,0	4,1	13,8	21,7	16808256
2009-2010	595	74,2	4,1	14,5	20,5	17656704

Summary

Title : Transport of Pollutants from the Northern Mining Area, Municipality of Røros, Norway

Year : 2010

Author : Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5796-0

The Northern Mining Area was an important mining area owned by The Røros Copper Mines. Mining operations in the area took place in periods from 1657 to 1977. The mining company closed down in 1978 after 333 years of operation. Several mines in the area were operated during the centuries and a variety of types of waste are disposed of in the area like waste rock dumps and tailings deposits. Additional sources of pollution are mine water from several mine galleries. Except from one mine, all the mines in the area are acid generating. The area is contributing with about 60 % of the copper loadings from the Røros mining area on the main river system, River Glomma. Downstream the Røros mining area River Glomma receives an additional metal input from the mines in the Folla valley.

All the sources of pollution are well documented after several monitoring programmes started in the 1970'ies. In 1992-1996 some mitigation works were carried out covering an old waste rock dump and a tailings deposit with till. The main purpose of these measures was to prevent a collapse of an old tailings pond. It was however expected that these measures would improve the water quality in the river draining the Northern Mining Area, River Orva as well. A monitoring programme for River Orva was established in 1995/1996. This routine programme has been continued in the following years.

The results show that the transport of pollutants was increasing the first following 8-9 years after finishing the measures. During the latest years the transport is declining. These effects may be explained with the fact that the measures carried out in 1992-1996 involved moving relatively large amounts of weathered mine waste. This may have caused instability in the new disposal area. The transport of pollutants from the area was calculated as follows:

Year	SO₄	Fe	Cu	Zn	Cd	Run-off
	Tonnes/year	Tonnes/year	Tonnes/year	Tonnes/year	kgs/year	m³
1996-1997	481	47.8	4.7	17.2	28.0	18509558
1997-1998	403	36.2	4.6	14.8	24.1	15107904
1998-1999	486	42.3	4.5	15.9	23.6	15044227
1999-2000	668	53.1	6.4	24.0	36.4	21372768
2000-2001	536	42.1	4.6	17.0	32.6	14860220
2001-2002	579	57.7	4.7	17.2	27.8	14819208
2002-2003	429	38.6	2.8	10.6	15.9	9789520
2003-2004	772	82.8	6.1	21.5	31.6	18377280
2004-2005	861	76.6	6.9	22.8	36.3	24214464
2005-2006	524	48.7	4.0	13.5	19.1	13892256
2006-2007	449	46.4	3.5	11.9	16.7	12915072
2007-2008	554	59.5	3.7	12.8	17.5	15170976
2008-2009	597	71.0	4.1	13.8	21.7	16808256
2009-2010	595	74.2	4.1	14.5	20.5	17656704

Today The Northern Mining area is a part of The Røros World Heritage Site (<http://www.worldheritageroros.no/>). This fact is limiting the abatement options in the area.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Nordgruvefeltet omfatter en rekke gruver der de viktigste er Kongens/Arvedalens gruver, Christianus Sextus gruve, Lergrovebakken gruve, Muggruva og Rødalsgruva. Alle gruvene drenerer til Orva som er sidevassdrag til Glomma bortsett fra de to sistnevnte som drenerer til Rugla-Gaula og Røa-Glomma. Norsk Institutt for Vannforskning har foretatt undersøkelser i området siden 1966 og har i årenes løp innhentet opplysninger om vannkvalitet i dette området siden den tid. Undersøkelsene som er utført i feltet i årene etter, har hatt forskjellige målsettinger. I kapittel 6 er gitt en oversikt over NIVAs undersøkelser i Nordgruvefeltet.

I forbindelse med overdekkings- og sikringstiltakene ved Kongens gruve i 1992-1994 ble det startet et mer systematisk prøvetakingsprogram i desember 1995 og som pågikk til og med 2000. Resultatene fra programmet ble rapportert i sluttrapport av 16.mai 2001 (Iversen et al, 2001). Da det fortsatt pågår forurensningsbegrensende arbeider i området, har en etter pålegg fra Klima- og forurensningsdirektoratet (KLIF) fortsatt prøvetakingene ved stasjonen i Orva som gir uttrykk for samlet avrenning fra feltet. Fra og med august 2001 er undersøkelsene gjennomført i perioder over hydrologiske år (1.9 - 31.8).

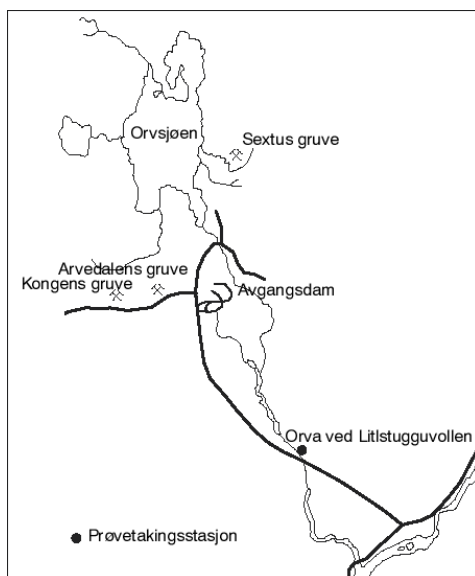
Denne rapporten gir en oversikt over situasjonen for perioden 1.9.2009 – 31.8.2010

1.2 Undersøkelsesopplegg

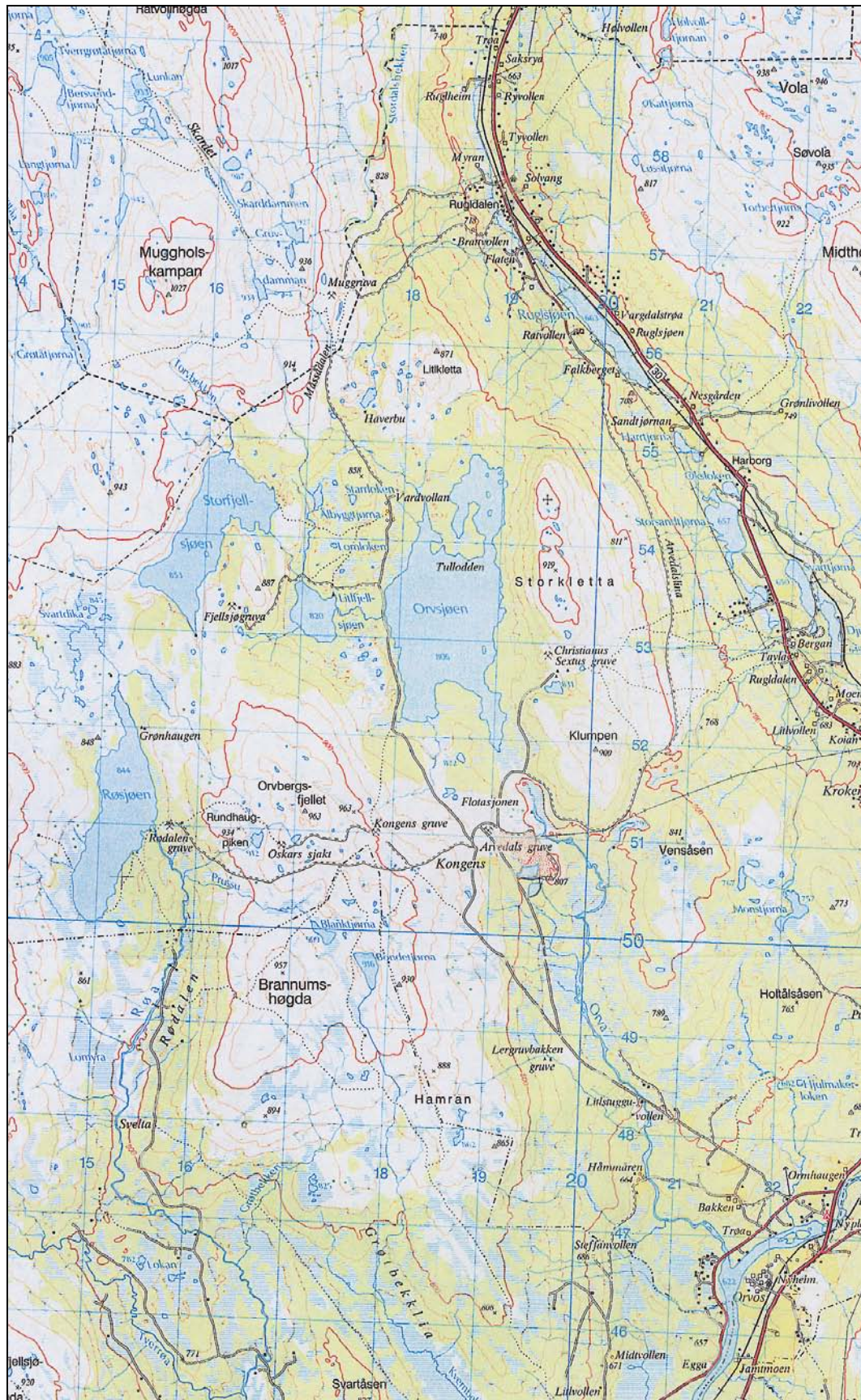
Feltundersøkelsene i perioden har bestått i regelmessig prøvetaking ved stasjonen i Orva ved veibru ved Litlstugguvollen hver måned. Prøvene er i alle år tatt av Miljølaboratoriet, Rugldalen, Røros v/ dr. ing. Åse Berg. Figur 1 og figur 2 viser kartskisser over Nordgruvefeltet med lokalisering av prøvetakingsstasjon og gruveområder.

Prøvene er analysert av NIVA. Metallanalysene er utført vha ICP-teknikk.

Fra og med 15.september 2002 ble de kontinuerlige vannføringsobservasjonene i Orva gjenopptatt. Målingene er utført av NVE etter oppdrag fra NIVA.



Figur 1. Kartskisse av Nordgruvefeltet med markering av prøvetakingsstasjonen i Orva.



Figur 2. Kart over Nordgruvefeltet med markering av gruver.

2. Hydrologi og meteorologi

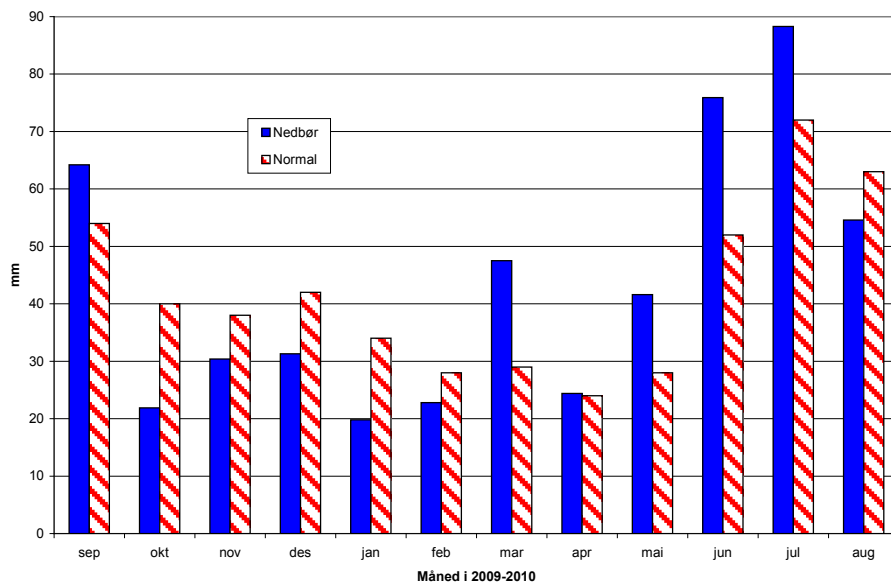
2.1 Meteorologi

De meteorologiske data som er benyttet er samlet inn av Det norske meteorologiske institutt (DNMI) ved målestasjonen 10380 Røros Lufthavn. I tabell 1 er samlet månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 1.september 2009 - 31.august 2010. I forhold til et normalår var det i denne perioden spesielt mye nedbør i månedene mars 2010 og i mai, juni og juli 2010. I det hydrologiske året 2009-2010 falt det 104 % nedbør i forhold til et normalår.

Tabell 1. Månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 2009-2010.

Måned	Nedbør mm	Normal mm	Nedbør i % av normalår
Sep 2009	64,2	54	118,9
Okt 2009	21,9	40	54,8
Nov 2009	30,4	38	80,0
Des 2009	31,3	42	74,5
Jan 2010	19,8	34	58,2
Feb 2010	22,8	28	81,4
Mar 2010	47,5	29	163,8
Apr 2010	24,4	24	101,7
Mai 2010	41,6	28	148,6
Jun 2010	75,9	52	146,0
Jul 2010	88,3	72	122,6
Aug 2010	54,6	63	86,7
Hyd. år	522,7	504	103,7

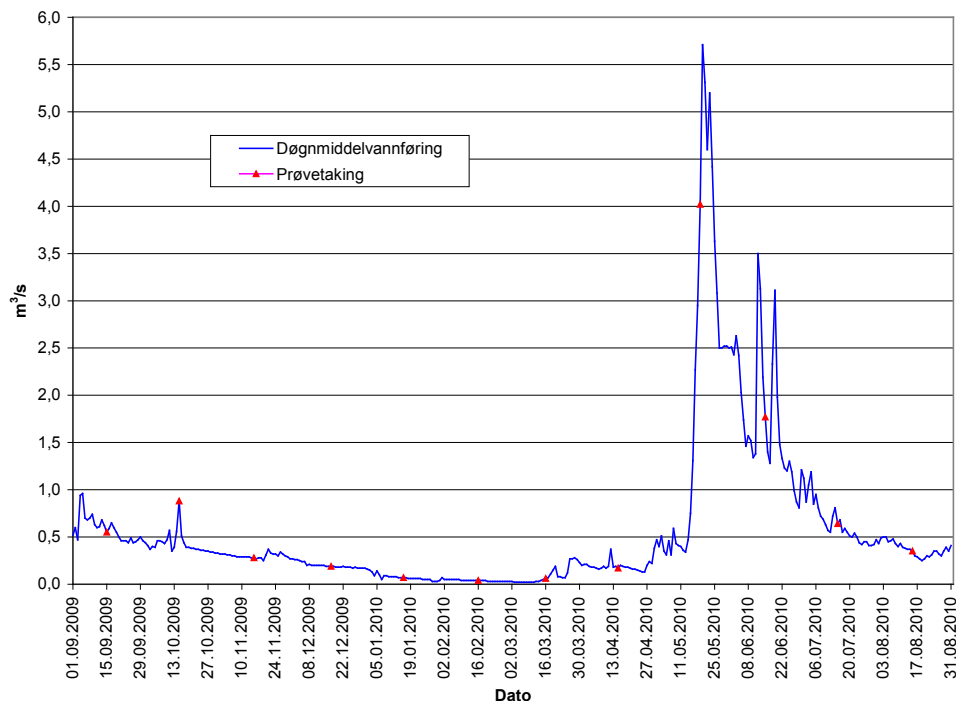
Figur 3 gir en grafisk fremstilling av månedlige nedbørhøyder for året 2009-2010.



Figur 3. Månedlige nedbørhøyder og normaler i 2009-2010.

2.2 Hydrologi

Vannføringsmålingene i Orva ble gjenopptatt i september 2002. Figur 4 viser døgnmiddelvannføringer i måleperioden 2009-2010. Prøvetakingene i perioden er markert på figuren.



Figur 4. Døgnmiddelvannføringer i Orva ved Litlstugguvollen i 2008-2009 med markering av prøvetakingstidspunkter.

Ved hjelp av døgnmiddelvannføringer kan en beregne årsavrenningen. For årene 2000-2001 og 2001-2002 ble det ikke gjennomført vannføringsmålinger. For disse årene har en beregnet årsavrenningen vha nedbørfeltets areal på 25,5 km² og en avrenningskoeffisient på 17 l/skm² og korrigert for årsnedbøren. Fra og med 1.9.2000 har en således beregnet avrenningstall som vist i tabell 2.

Tabell 2. Avrenningstall for de hydrologiske årene fra 1.9.2000 til 1.9. 2010.

Periode	Avrenning m ³
2000-2001	14860220
2001-2002	14819208
2002-2003	9659520
2003-2004	18377280
2004-2005	24214464
2005-2006	13892256
2006-2007	12915072
2007-2008	15170976
2008-2009	16808256
2009-2010	17656704

3. Vannkvalitet

Tidligere ble undersøkelsene i Nordgruvefeltet foretatt over kalenderår. Fra og med 1.9.2001 startet man med undersøkelsesprogrammer løpende over hydrologiske år, eller såkalte vannår. Resultatene for året 2009-2010 er samlet i vedlegg A bak i rapporten.

I tabell 3 er det utført en beregning av tidsveiede årsmiddelverdier for de viktigste komponenter for hydrologiske år etter at den systematiske prøvetakingen i Orva startet.

Tabell 3. Orva ved Litlstugguvollen. Tidsveiede middelverdier, hydrologiske år.

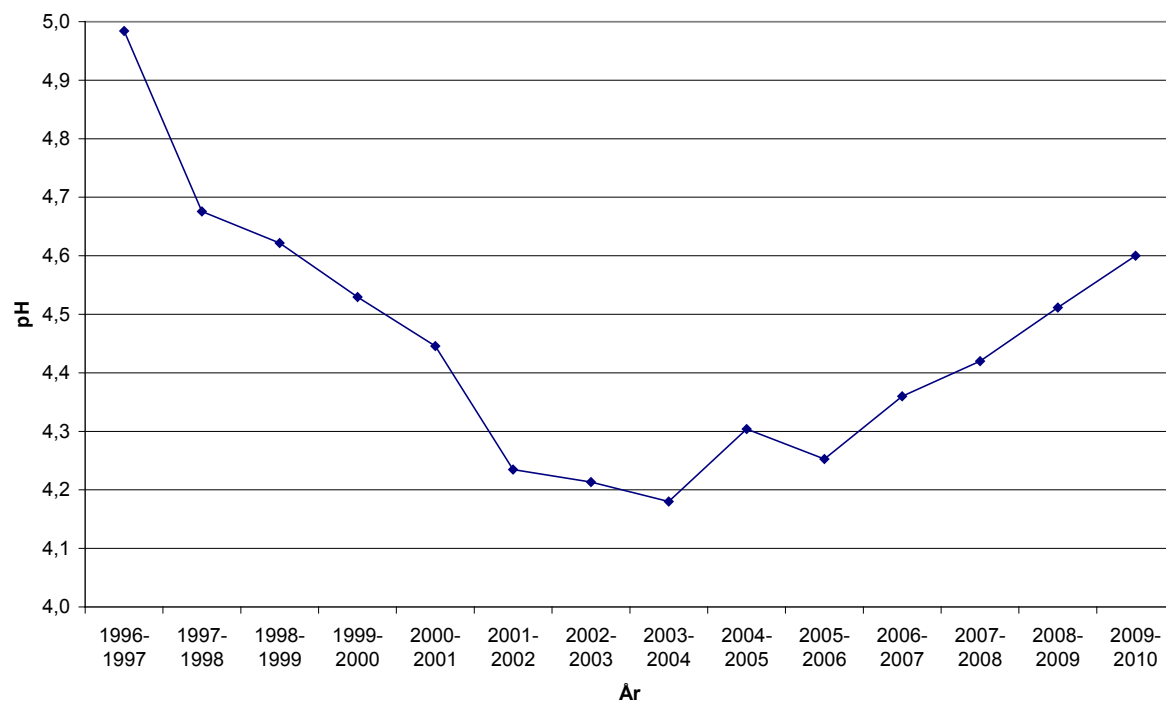
År	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l
1996-1997	4,98	7,68	26,0	2582	252	928	1,5
1997-1998	4,68	7,68	26,7	2394	302	982	1,6
1998-1999	4,62	9,28	32,3	2811	301	1060	1,6
1999-2000	4,53	9,40	31,3	2482	298	1122	1,7
2000-2001	4,45	10,52	36,1	2834	308	1143	2,2
2001-2002	4,23	11,42	39,1	3895	318	1163	1,9
2002-2003	4,21	13,49	43,8	3943	291	1086	1,6
2003-2004	4,18	12,50	42,0	4506	331	1172	1,7
2004-2005	4,30	10,05	35,5	3163	286	941	1,5
2005-2006	4,25	11,74	37,7	3509	289	973	1,4
2006-2007	4,36	10,23	34,8	3593	270	919	1,3
2007-2008	4,42	10,41	36,5	3919	242	842	1,2
2008-2009	4,51	9,77	35,5	4224	242	821	1,29
2009-2010	4,60	9,35	33,7	4200	235	824	1,16

Beregningen viser følgende utvikling i årene etter 1996:

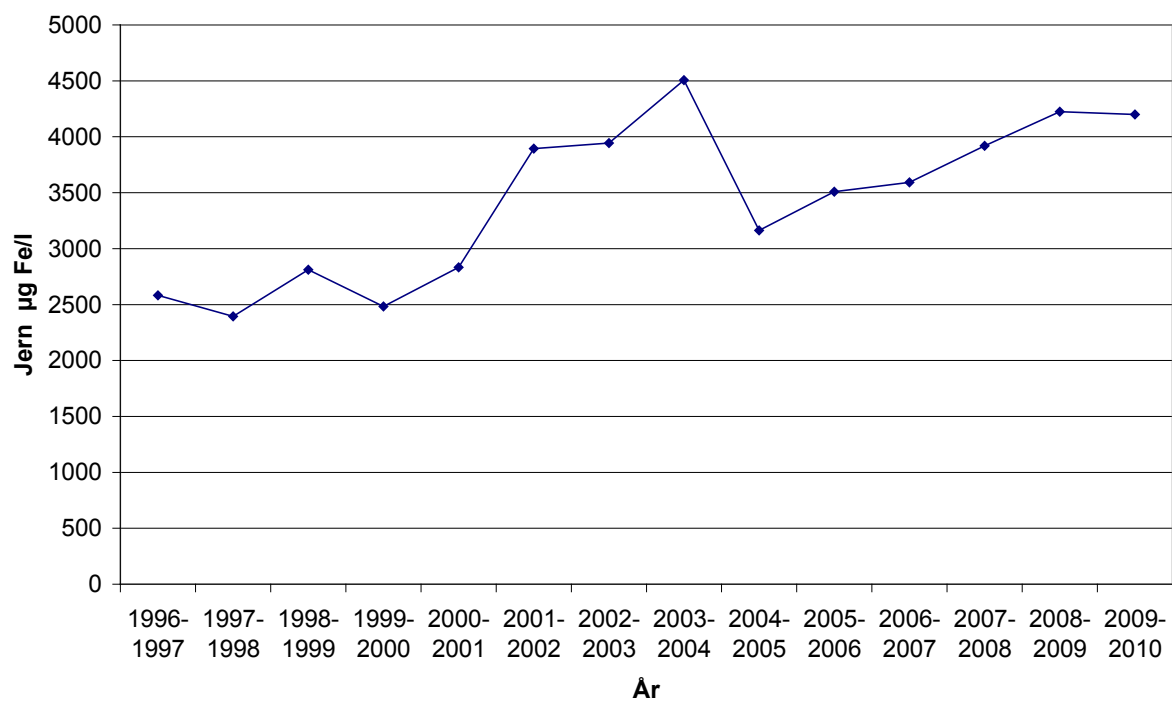
- pH-verdiene var synkende fram til 2003-2004, men har senere vist en svakt stigende tendens
- Konduktiviteten økte fram til 2002-2003, men har avtatt noe i årene etter.
- Sulfatkonsentrasjonene viser samme variasjon som for konduktiviteten. Dette er også naturlig da innholdet av kalsium og sulfat betyr mye for konduktiviteten.
- Jernkonsentrasjonene øker fram til 2003-2004 og avtar noe i årene etter bortsett fra de to siste år da en mindre økning kan påvises.
- Svak økning i kobber- og sinkkonsentrasjoner fram til 2003-2004 og avtakende tendens i årene etter.

I de fire siste årene har pH-verdien vært litt høyere enn i de tre foregående år.samtidig som de øvrige konsentrasjoner falt. Dette betyr at enten har forurensningstilførslene fra feltet avtatt, eller har mer nedbør ført til større fortynning i forhold til foregående år. I de følgende figurer er utviklingene for de viktigste tidsveiede årsmiddelverdier vist grafisk.

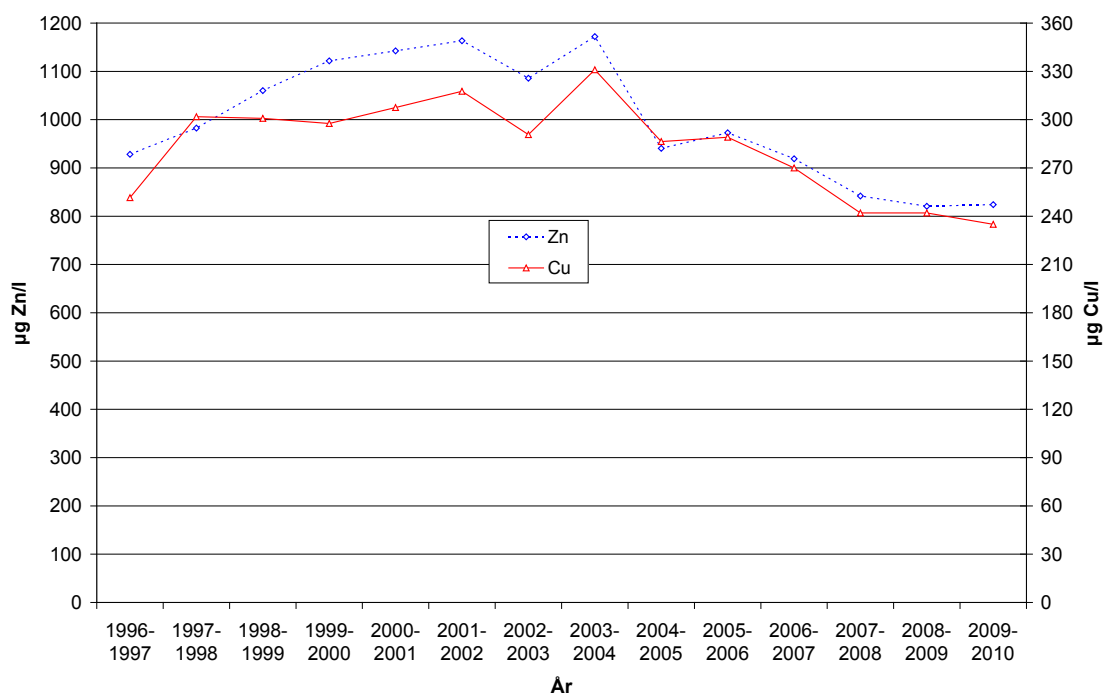
Figur 5 viser tidsveide årsmiddelverdier for pH i Orva for hydrologiske år fra 1.9.1996. Figur 6, figur 7, figur 8 og figur 9 viser det tilsvarende observasjonsmaterialet for kobber, sink, jern og sulfat.



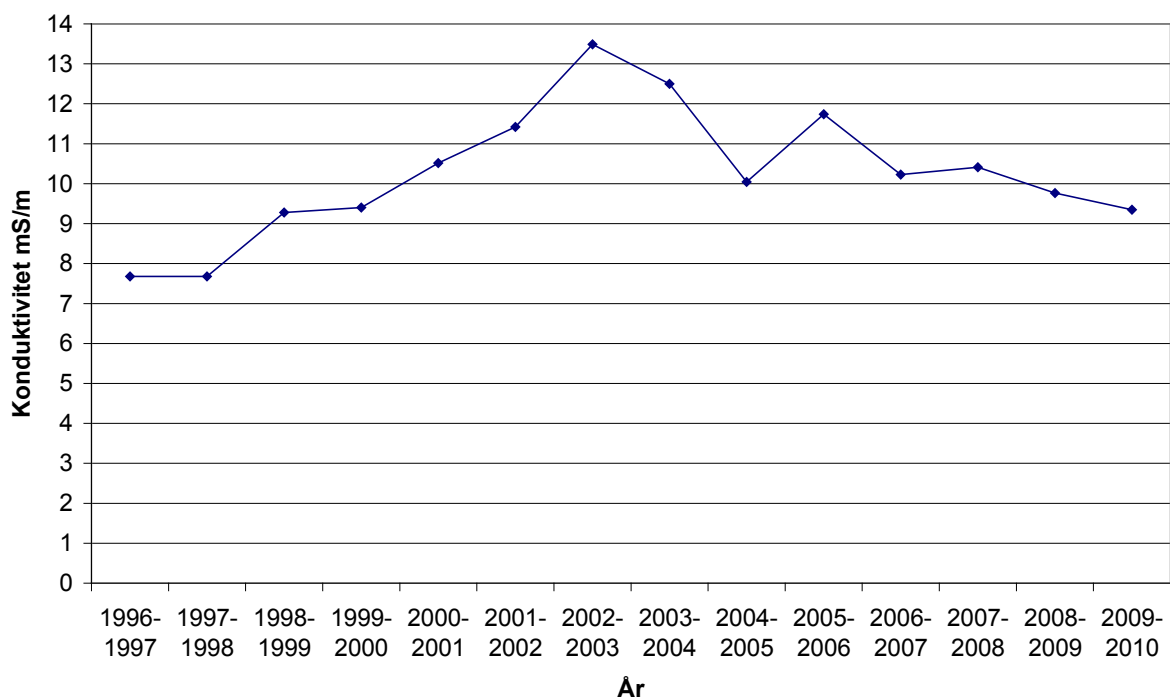
Figur 5. Tidsveiede årsmiddelverdier for pH i Orva. Hydrologiske år.



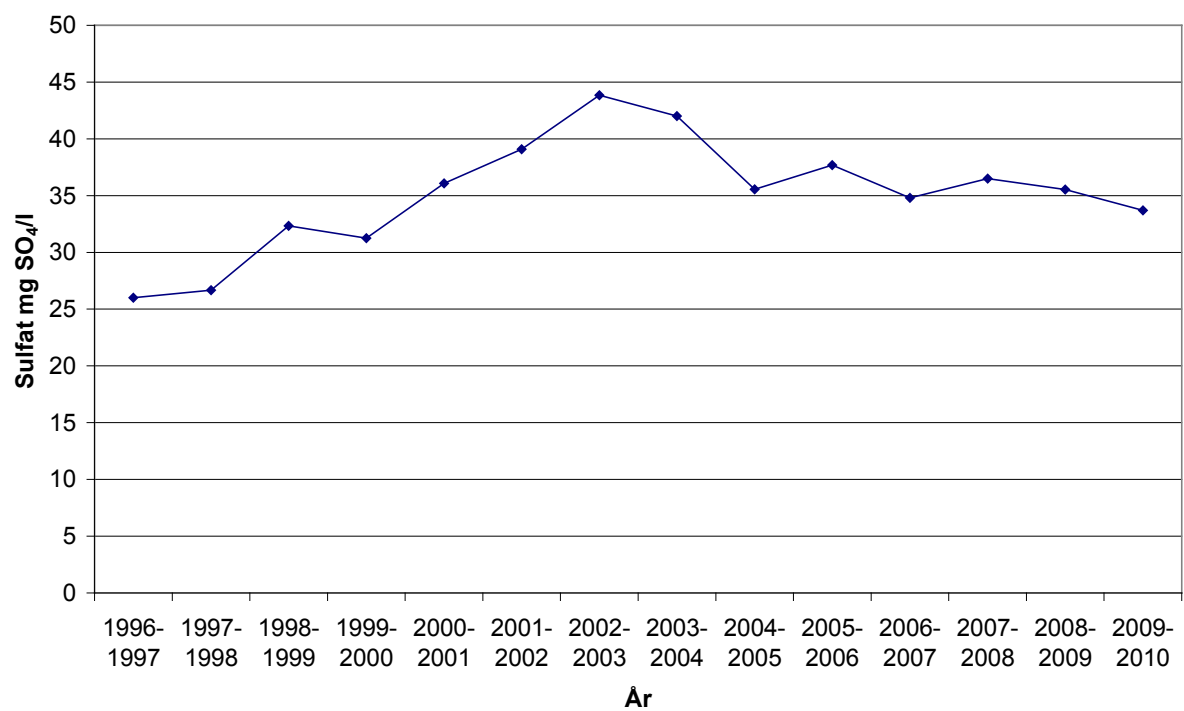
Figur 6. Tidsveiede årsmiddelverdier for jern i Orva. Hydrologiske år.



Figur 7. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink i Orva. Hydrologiske år.



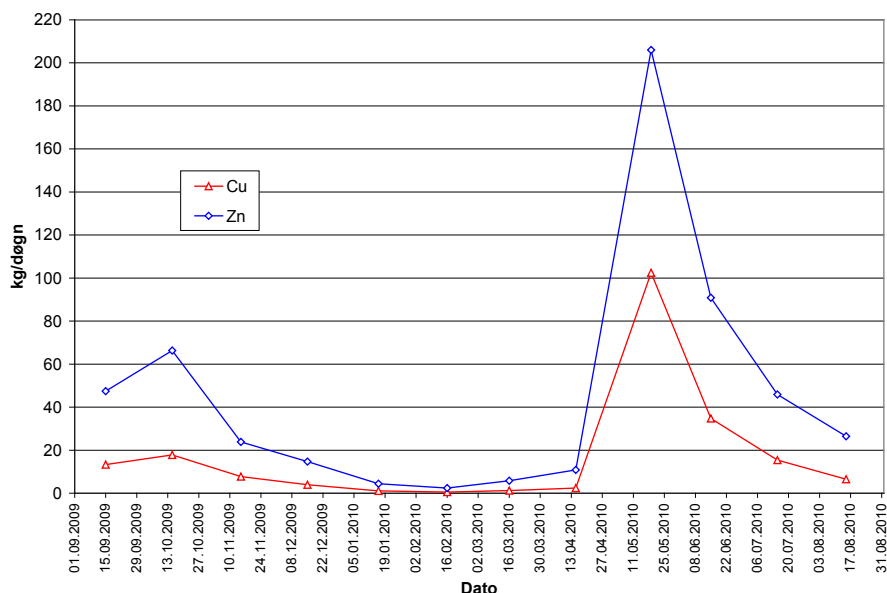
Figur 8. Tidsveiede årsmiddelverdier for konduktivitet i Orva. Hydrologiske år.



Figur 9. Tidsveiede årsmiddelverdier for sulfat i Orva. Hydrologiske år.

4. Forurensningstransport

Med et såvidt enkelt prøvetakingsprogram som er benyttet i denne undersøkelsen, kan det være vanskelig å beregne et pålitelig tall for årsstransporten. Figur 10 viser øyeblikkstransporten for kobber og sink i måleperioden. En ser at store deler av årsstransporten pågår under vårflommen og om høsetn når det er mye nedbør.



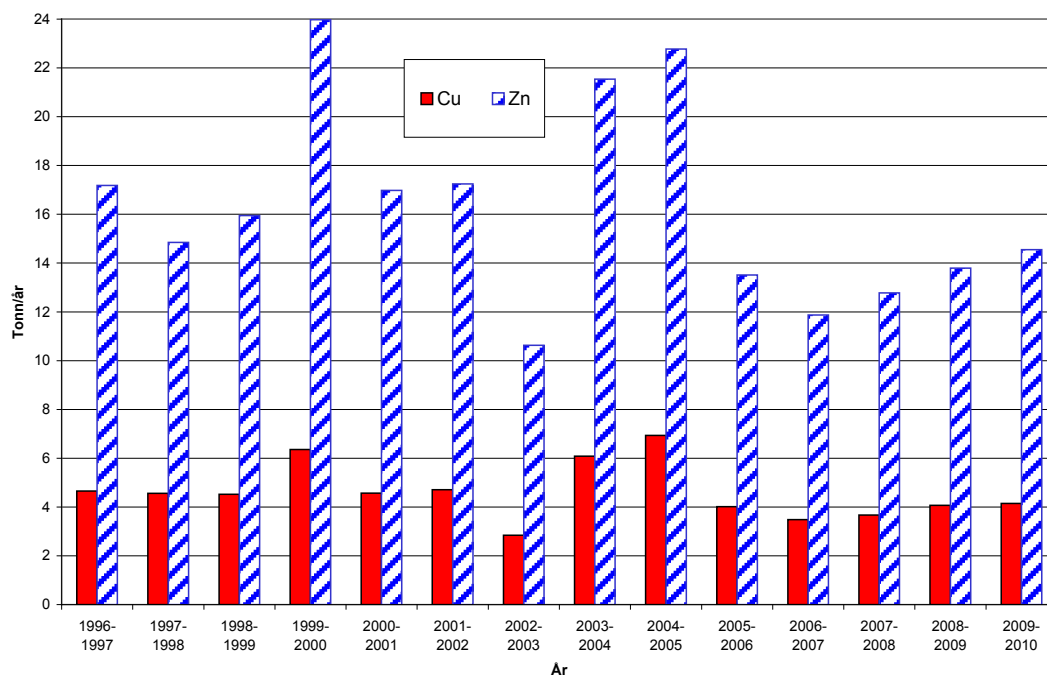
Figur 10. Øyeblikkstransport av kobber og sink i 2009-2010.

Når en har daglige vannføringsobservasjoner og prøvetakinger foretatt både ved lave og høye vannføringer, kan en erfaringsmessig beregne en forholdsvis pålitelig årsstransport ved å multiplisere tidsveiet middelverdi for analyseverdi med årsavrenningen. I tabell 4 har en beregnet årsstransporten fra og med 1.9.1996 på denne måten.

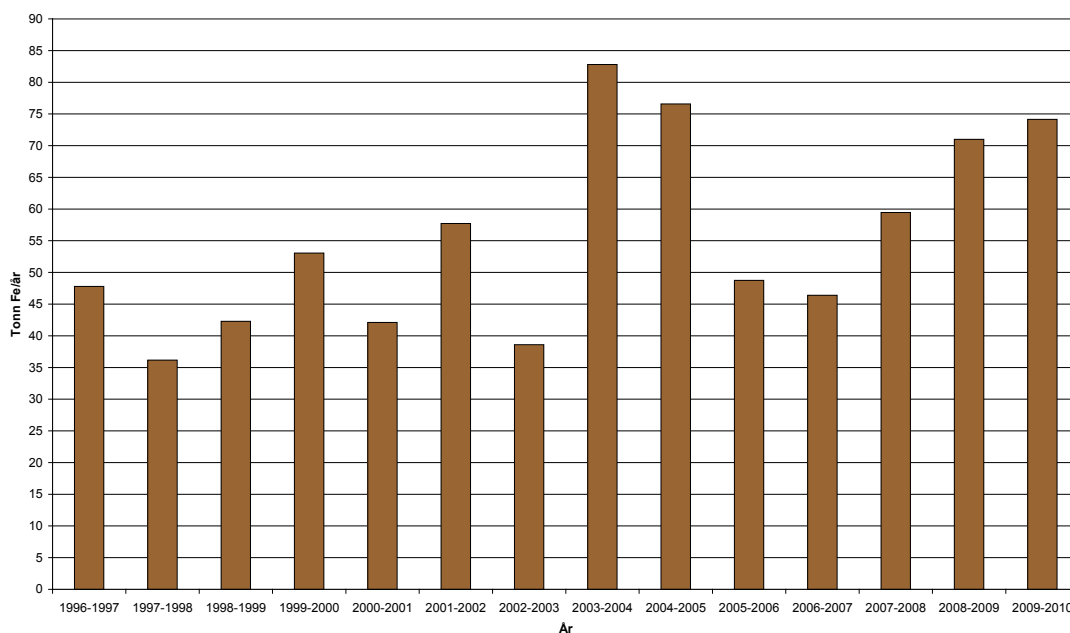
Tabell 4. Forurensningstransport i Orva ved Litlstugguvollen. Hydrologiske år.

År	SO ₄ tonn/år	Fe tonn/år	Cu tonn/år	Zn tonn/år	Cd kg/år	Avrenning m ³
1996-1997	481	47,8	4,7	17,2	28,0	18509558
1997-1998	403	36,2	4,6	14,8	24,1	15107904
1998-1999	486	42,3	4,5	15,9	23,6	15044227
1999-2000	668	53,1	6,4	24,0	36,4	21372768
2000-2001	536	42,1	4,6	17,0	32,6	14860220
2001-2002	579	57,7	4,7	17,2	27,8	14819208
2002-2003	429	38,6	2,8	10,6	15,9	9789520
2003-2004	772	82,8	6,1	21,5	31,6	18377280
2004-2005	861	76,6	6,9	22,8	36,3	24214464
2005-2006	524	48,7	4,0	13,5	19,1	13892256
2006-2007	449	46,4	3,5	11,9	16,7	12915072
2007-2008	554	59,5	3,7	12,8	17,5	15170976
2008-2009	597	71,0	4,1	13,8	21,7	16808256
2009-2010	595	74,2	4,1	14,5	20,5	17656704

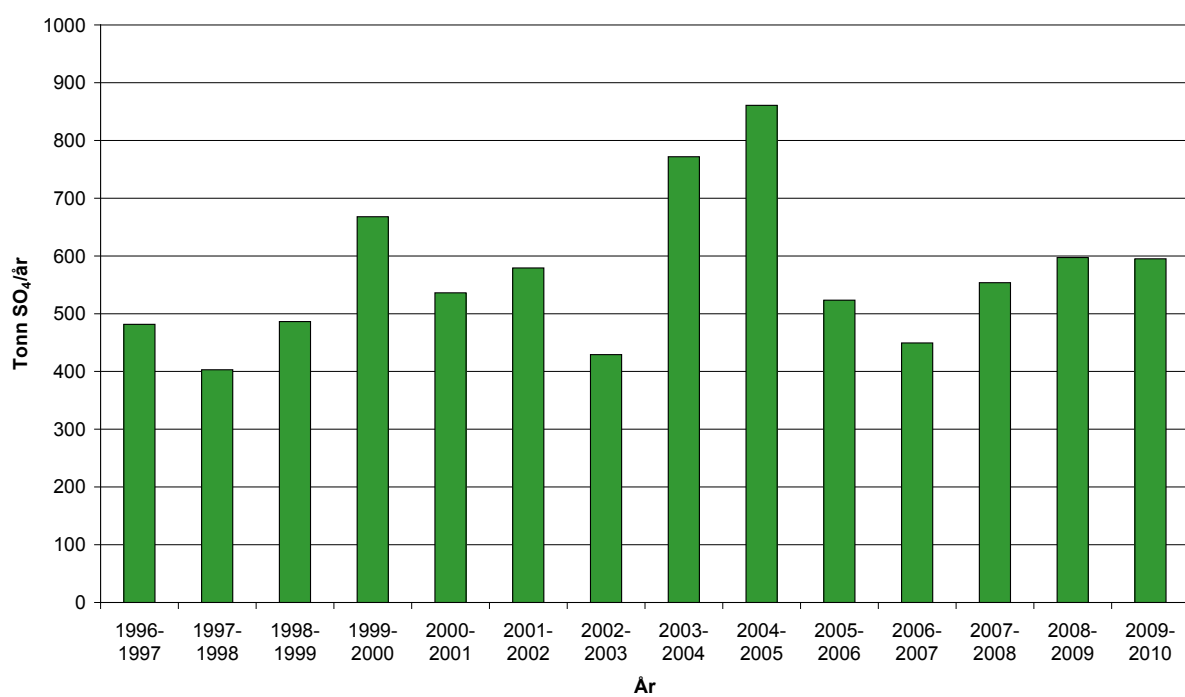
Av tabell 4 ser en at transporten i 2002-2003 var uvanlig lav. Dette har sammenheng med at årsavrenningen også var lav. Samme forhold ble for dette året også påvist i samtidige undersøkelser foretatt i Stortvart-feltet og i gruveområdet i Folldal sentrum. I 2004-2005 var avrenningen i Orva betydelig høyere enn i noen av de andre observasjonsperiodene, noe som også førte til den høyeste forurensningstransport som er observert hittil i feltet. Avrenningen i 2009-2010 var som i foregående år omkring 17 mill. m³ som var litt høyere enn normalavrenningen som kan beregnes til ca 14 mill. m³. Årstransporten var svært lik de to siste år. Figur 11, figur 12 og figur 13 viser grafisk hydrologisk årstransport av kobber, sink, jern og sulfat i Orva.



Figur 11. Transport av kobber og sink i Orva. Hydrologiske år.



Figur 12. Transport av jern i Orva. Hydrologiske år.



Figur 13. Transport av sulfat i Orva. Hydrologiske år.

5. Samlet vurdering

Tidligere undersøkelser har vist at det er tre hovedkilder for forurensningstransporten i Orva:

1. Avløp fra selve Orvsjøen som er sterkt belastet med tilførsler fra Christianus Sextus gruve, samt litt overflateavrenning fra Kongens gruve og litt avrenning av sink fra Fjellsjøgruva via Naustebekken. I Orvsjøen er også et avgangsdeponi i det dypeste området som var i drift de to siste driftsårene til Røros kobberverk. Det er mulig at avgangen avgir noe sink til vannmassene over sedimentet.
2. Gruvevann fra Kongens/Arvedalen gruve
3. Avrenning fra den gamle slamdammen ved Kongens gruve, samt noe diffus overflateavrenning fra Kongens/Arvedalens gruve.

Tiltakene som Direktoratet for mineralforvaltning gjennomførte i området i 1992-1994 hadde som hovedmålsetting å sikre den gamle slamdammen mot utglidning, samt å forhindre støvtransport fra overflaten på dammen. En håpet også at tiltakene skulle redusere forurensningstransporten fra området.

Det er hittil gjennomført systematiske undersøkelser av forurensningssituasjonen og materialtransporten i Orva over en periode på 14 år. Overvåkingsopplegget har hele tiden vært det samme bortsett fra et par år da det ikke ble utført vannføringsmålinger.

Situasjonen ved utgangen av august 2010 viser at forurensningstilførslene til Orva var økende fram til 2004-2005, men at tilførslene er svært avhengig av endringer i nedbør fra år til år, noe som kan gi store endringer i forurensningstransporten. I de tre siste år vurderes situasjonen som relativt stabil. En mindre økning av transporten av jern og sulfat de siste to år har mest sannsynlig sammenheng med økt avrenning i forhold til det foregående år. Nedbør og klima betyr mye for forurensningstransporten fra dette området

Som nevnt i tidligere notater er det mest sannsynlig at økende forurensningstransport fram til 2004-2005 hadde sammenheng med tiltakene som ble gjennomført der en flyttet på forholdsvis store mengder avfall med betydelig innhold av forvittringsprodukter. Under en feltbefaring sommeren 2002 ble det også påvist at tilførsler fra gruveavfall i dagen ved Kongens gruve (overdekket tipp og avgangsdam) var største forurensningskilde i området (Iversen, 2002). Erfaringer fra andre områder som ved Kjøli gruve og delvis også ved Killingdal gruve har vist at flytting av avfall kan medføre stor forurensningsfare i flere år i ettertid. En regner med at dette også var situasjonen i Nordgruvefeltet. Det forventes imidlertid at det etter noen år vil innstille seg en ny likevekt og at konsentrasjoner og forurensningstransport langsamt vil avta igjen. Utviklingen i de siste år tyder på at forurensningstransporten fra området er svakt avtakende etter et antatt maksimum omkring 2004, men en må regne med at transporten vil variere med avrenningen.

Siden transporten er svært avhengig av nedbør og klima, vil det også ta noen år for å kunne gi en pålitelig oversikt over utviklingen i forurensningstransporten. En må også ta i betraktning at undersøkelsesprogrammet er forholdsvis enkelt slik at en trenger observasjoner over lengre tid for å vurdere mulige utviklingstrender. I Rørosområdet med Nordgruvefeltet kan nedbørmengdene variere betydelig fra år til år, noe vannføringsobservasjonene i Orva også viser. I 2009-2010 var årsavrenningen som i foregående år litt høyere enn det som er normalt for nedbørfeltet.

6. Litteratur

- Arnesen, R.T., 1973. A/S Røros Kobberverk. En undersøkelse av Orvsjøen 1973. NIVA-rapport, O-73101, L.nr. 0507, 9s.
- Arnesen, R.T., Tjomsland, T., 1980. Røros Kobberverk. Vannforurensning fra gruver. NIVA-rapport, O-78050. L.nr. 1206, ISBN 82-577-0271-4, 45 s.
- Arnesen, R.T., 1989. Vannforurensning i Nordgruvefeltet, Røros. NIVA-rapport, O-87043. L.nr. 2207. ISBN 82-577-1499-2, 23 s.
- Arnesen, R.T., 1990. Vannforurensning i Nordgruvefeltet – Røros. Undersøkelser i 1989. NIVA-rapport, O-87043. L.nr. 2413. ISBN 82-577-1713-4
- Arnesen, R.T., 1991. Avrenning fra velter – Arvedalen gruve, Nordgruvefeltet, Røros. NIVA-rapport. O-91156. L.nr. 2715. ISBN 82-577-2074-7. 10 s.
- Arnesen, R.T., 1991. vannforurensning i Nordgruvefeltet – Røros. Arbeidet 1990. NIVA-rapport. O-87043. L.nr. 2602. ISBN 82-577-1906-4. 40 s.
- Arnesen, R.T., Iversen, E., 1994. Virkninger av øket tilførsel av gruvevann til Orvsjøen – Nordgruvefeltet, Røros. NIVA-rapport. O-94017. L.nr. 3130. ISBN 82-577-2602-8. 33 s.
- Arnesen, R.T., Berg, Å., 1996. Muggruva, Holtålen kommune. Kartlegging av forurensningstransport. NIVA-rapport. O-94158. L.nr. 3450. ISBN 82-577-2987-6. 23 s.
- Arnesen, R.T., 1996. Christianus Sextus gruve – Nordgruvefeltet, Røros. Kartlegging av forurensningstransport. NIVA-rapport. O-94159. L.nr. 3562. ISBN 82-577-3112-9. 30 s.
- Arnesen, R.T., Bakken, T. H., Iversen, E., 1999. Forurensningstransport i Nordgruvefeltet, Røros. NIVA-rapport. O-99095. L.nr. 4081. ISBN 82-577-3687-2. 36 s.
- Iversen, E., 1994. Vannforurensning fra nedlagte gruver. NIVA-rapport. O-92152. L.nr. 3045. ISBN 82-577-2496-3. 36 s.
- Iversen, E., 1998. Vannforurensning fra nedlagte gruver. NIVA-rapport. O-96100. L.nr. 3787. ISBN 82-577-3362-8. 63 s.
- Iversen, E., Arnesen, R.T., 2001. Undersøkelse av forurensningssituasjonen i øvre Glåma. NIVA-rapport. O-20074. L.nr. 4389. ISBN 82-577-4029-2. 35 s.
- Iversen, E.R. og Arnesen, R.T., 2001. Forurensningstransport i Nordgruvefeltet, Røros. Undersøkelser i 1999 og 2000. NIVA-rapport, O-99095 og 20071. L.nr. 4372-2001. 42 s.
- Iversen, E.R., 2002. Befaring til Nordgruvefeltet foretatt den 18.6.2002. NIVA-notat, O-22064, 15.7.2002, 11 s.
- Iversen, E.R., 2009. Avrenning fra Nordgruvefeltet, Røros kommune. Undersøkelser i 2008-2009. NIVA-rapport, O-28379, L.nr.5871-2009. 21 s.

Vedlegg A. Analyseresultater 2009-2010

Tabell 5. Analyseresultater. Orva ved veibru ved Litlstugguvollen i 2009-2010.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Co µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Si mg/l	Vannf l/s
15.09.2009	4,48	9,60	33,8	5,60	1,82	824	2930	280	998	2	191	6	<10	5	1,95	550
15.10.2009	4,59	8,93	34,4	5,71	1,79	846	5680	234	872	1	211	5	<10	5	1,88	880
15.11.2009	4,71	10,4	39,2	7,22	2,11	838	5000	319	985	1	255	7	<10	6	2,05	280
15.12.2009	4,53	10,5	38,0	6,59	1,98	676	4350	239	897	2	240	6	<10	6	2,02	190
16.01.2010	4,86	8,96	33,5	6,39	1,74	470	4310	181	729	1	202	4	<10	5	1,81	70
16.02.2010	4,86	8,05	30,5	6,08	1,62	437	4090	151	689	1	182	4	<10	4	1,75	40
16.03.2010	4,12	16,3	59,6	9,80	2,89	949	8130	244	1120	2	384	7	<10	8	2,37	60
15.04.2010	4,40	10,9	39,5	7,59	2,07	632	5890	163	738	1	304	5	<10	5	2,05	170
19.05.2010	4,25	6,68	20,4	3,00	0,96	666	4330	295	593	<1	121	4	<10	<4	1,25	4020
15.06.2010	5,52	4,65	16,2	3,62	1,02	384	871	227	594	1	81	3	<10	<4	1,43	1770
15.07.2010	4,58	8,03	28,1	5,03	1,53	658	2580	279	830	1	173	4	<10	4	1,72	640
15.08.2010	4,46	9,46	31,7	5,82	1,72	601	2260	216	874	<1	199	5	<10	6	1,86	350
Aritm.middel	4,61	9,37	33,8	6,04	1,77	665	4202	236	827	1,2	212	5,0	<10	4,9	1,85	752
Maks.verdi	5,52	16,3	59,6	9,80	2,89	949	8130	319	1120	2,0	384	7,2	<10	8,0	2,37	4020
Min.verdi	4,12	4,65	16,2	3,00	0,96	384	871	151	593	<1	81	3,0	<10	<4	1,25	40
Std.av.	0,36	2,80	10,8	1,78	0,51	177	1914	52	164	0,5	79	1,3	<10	1,5	0,29	1139

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnærmingssmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no